

第一章 人类未来的希望

——太空时代

第一节 绚丽多彩的太空

一、太空在哪里

所谓太空 是指稠密大气层以外的广阔无垠的空间区域。其下边界起始于距地球表面大约 60 公里处，向上一直到茫茫宇宙。

将太空下边界定义在大约 60 公里高度左右，是考虑到在这个高度以上，地球的大气层已非常稀薄，大气开始电离，大气的状态除了受地球引力场支配外，还受太阳电磁辐射和粒子辐射的直接影响。另一方面，从研究方法来看，描述中性大气的流体力学方法已不完全适用，必须结合电动力学的知识，也即用磁流体力学方法。

由于太空包含的范围巨大，通常将太空划分为几个层次，由近到远、由小到大依次为地球空间（geospace）、日地空间（solar-terrestrial space）、日球（层）（heliosphere）和宇宙（universe）。

地球空间的外边界是太阳风与地磁场相互作用形成的，称为磁层顶。磁层顶是“泪滴”形的，在向阳面，磁层顶距地球的距离大约为 7~8 个地球半径；在背阳面，太阳风将地球的磁场拉到距地球约几十个地球半径，形成磁尾。地球空间是人类生存和进行主要空间活动的区域。

日地空间是由太阳、太阳风、行星际磁场和地球空间构成的。太阳与地球之间的平均距离定义为一个天文距离单位 1AU（1AU =

$1.496 \times 10^8 \text{km}$), 这是一个常用的数据。日地物理学 (solar-terrestrial physics) 主要研究这一区域的特性。

日球是太阳风、行星际磁场与星际风相互作用形成的边界 (日球顶) 所包围的区域, 日球顶到太阳的距离大约是 100AU 。太阳系就在日球之内。

太阳系是由太阳、九大行星及其卫星、小行星、彗星、流星体行星际介质组成的天体系统。在太阳系中, 太阳是中心天体, 其质量占太阳系总质量的 99.85% 。除了太阳之外, 太阳系主要成员是九大行星, 即水星、金星、地球、火星、木星、土星、海王星、天王星和冥王星, 它们的质量只占太阳系总质量的 0.135% 。九大行星都在接近同一平面 (黄道面) 的近圆形轨道上朝着同一方向绕太阳公转, 但冥王星例外, 它的轨道面对黄道面的倾角为 17.148° 。太阳也朝同一方向自转。小行星是指沿椭圆轨道绕太阳公转的固态小天体。大多数小行星分布在火星和土星轨道之间的小行星带内。从巡天观测的照片中估计, 小行星有上百万颗。彗星大多数是沿扁长轨道绕太阳公转的小质量天体, 有云雾状的独特外貌。彗星在远离太阳时, 呈朦胧雾状小斑点, 在走近太阳时生出扫帚状的长尾巴。至今已观测到的彗星有 1600 多颗, 地球上平均每年可见几颗彗星, 多数是重复出现的“老彗星”, 只有 $1 \sim 2$ 颗是第一次来到内太阳系的“新彗星”。

离地球最近的恒星——太阳, 仅仅是一个普通星系——银河系中几千亿颗恒星中的一员。所谓星系, 就是由几十亿至几千亿颗恒星和星际气体以及尘埃物质等组成, 占据几千光年 ($1 \text{光年} = 63\,239.8\text{AU}$, 是光在 1 年的时间内走过的路程) 至几十万光年空间的天体系统。我们的银河系就是一个普通星系, 银河系以外的星系称为河外星系。而星系又是星系团的成员。相互之间有一定力学联系的十几个、几十个乃至成百上千个星系集聚在一起组成的星系集团, 称为星系团。目前已经发现上万个星系团。许多星系团组合在一起, 形成超星系团。而总星系, 则是比超星系团更高一级的天体层次, 它就是目前所能观测到的宇宙。

二、太空中的奇妙景象

在人类居住的地球上，有许多令人陶醉的奇妙景象。如壮丽的山川河流，奇异的花草树木，变化莫测的风雨雷电，浪漫神奇的海市蜃楼等等。茫茫太空，既不像神话小说描写的那样富丽堂皇，也不像某些文人墨客描写的那样虚无缥缈。太空不是天堂，也不是真空，它充满着可见与不可见的物质，发生着有时平常、有时惊人的变化，呈现出许多太空特有的奇妙景象。

从光学现象看，太空有绚丽多彩的极光，有神奇莫测的红闪与蓝急流，有肉眼看不见的气辉，还有在远离地球才能看见的地冕。地球的极光在高纬地面就可以看见，在太空看极光是什么景象？九大行星的其他八个成员有极光吗？如果有，能与地球极光比美吗？红闪与蓝急流是伴随着地球大气雷暴而发生的发光现象，但本身不是闪电，它们至今还有许多秘密未被破解。火星、木星有闪电吗？如果有，是什么形态？恒星发出的光都与太阳一样吗？超新星爆发是一种什么景象？

地球大气层的云千姿百态，现代小学语文课本中有一篇专门描写火烧云的文章，将云的变化写得惟妙惟肖。火星也有淡淡的白云，形态变化莫测。星云则五彩缤纷，令人眼花缭乱。

地面上的风是多种多样的，有微风、飓风、龙卷风和台风。地球的高层大气有高空风，它对卫星的轨道和战略导弹的精度有很大影响。火星上的风暴是出名的，还常常产生沙尘暴，大的沙尘暴遮天蔽日，几乎遍及整个火星。地球上任何地区的沙尘暴，都无法与其相比。天王星和海王星也有巨大的风暴，它们离太阳非常遥远，不知产生这些飓风的能量来自何处。许多人可能都听说过太阳风，其速度可达到每秒几千公里。如此巨大的风暴，却吹不掉你的帽子，因为风所携带的粒子太少了。还有星际风，这可是一个新问题，它是由哪些物质组成的，目前还是一个秘密。

雨是地球上常见的现象，但太空的“雨”与地球的可不一样。太阳发生爆发性活动时，会将大量的带电粒子抛向地球，在极区进入

高层大气，形成带电粒子“雨”。当地球与某些彗星的轨道相遇时，大量的碎石块和尘埃被地球吸引并进入地球大气，形成所谓的“流星雨”。

地震是地球上常常发生的自然灾害，水星、金星和火星也有类似的震动吗？恒星是否发生星震？答案是肯定的，而且有些恒星一旦发生星震，其释放出的能量（以γ射线的形式传输）之大，连在其附近运行的卫星都吃不消，往往要关闭仪器电源，以免被摧毁。

地球上目前仍有活动火山，每年差不多都有火山喷发的报道。太空中的其他天体也有活动火山，如木星的一个卫星 I_0 ，其火山活动的强烈程度是地球所无法相比的。

太空中还有许多现象是无法与地球上发生的事情相类比的。如超新星爆发，用天崩地裂这个词也不能反映其剧烈的程度。一次大的太阳耀斑所释放的能量，相当于同时爆炸几百万个亿吨级的氢弹。黑洞的引力如此之大，以至于光都难以释放出来。黑洞还吞噬星体，同时放出巨大的能量。最近一次彗星撞击木星发生在 1994 年，碰撞所产生的能量之高是难以想象的，但是，哈勃空间望远镜已观测到星系即将碰撞的情景。如果这种事件发生，将会是一种什么样的景象呢？

第二节 太空科技的作用和地位

一、认识自然

人类的生存、活动和发展，与对自然界的认识是密不可分的。通过在自然界的活动得到启示、积累经验，运用自己的智慧创造工具、使用工具，并借以提高和深化对自然界的认识。伽利略发明的望远镜，看到了木星周围的卫星、土星的光环，成为认识自然的有力手段，对人类的进步起了很大的推动作用。其后，望远镜越做越大，对太阳、太阳系以及整个宇宙的认识引起了革命性的变化。但是人们逐渐认识到，由于大气的存在，在地面只能通过很窄的“窗

口”去观测宇宙。由于大气的湍动，望远镜的放大倍数也不可能无限地增大。新的观测结果和新的认识所提出的一系列新的问题，无从做答。例如，太阳高层大气的温度为什么如此的高？黑子与耀斑的本质是什么？太阳的能量如何传递？火星上有极冠、有“运河”、有四季变化，期望的火星到底有没有，是什么样？金星浓厚的大气层下面蕴藏着什么秘密？宇宙有多大？等等。太空时代的来临，利用太空手段飞出大气层所见到的宇宙确实奇异无比。打开空间王国的大门，犹如进入仙境，奇花异草垂手可摘。太空飞行器对太阳系空间和天体的主动而多样的直接探测——逼近的、取样的、实地的、软着陆和硬着陆等方式，发现了地球辐射带、磁层和来自太阳冕洞的太阳风；看到了月亮的背面，看到其他行星上的闪电、磁场、辐射带、极光和光环，甚至看到木星卫星上的火山爆发；描绘了金星云层下面的地貌，拍摄了火星表面的多石荒漠和干涸的古河床图片。现在，我们可以得出结论：不要说“火星”没有，甚至连生命的痕迹都难以找到。太空探测改变了过去由地面观测而形成的许多传统的推测和印象，并把人类的感官延伸到了宇宙的新的深处，发现了众多的 X 射线星、红外星和紫外星。太空探测对自然界的新的认识，丰富并积累了大量有价值的科学资料，由此产生的许许多多新的启迪、思考和问题，正在推动和促进太空科技以至人类社会的进一步发展。

太空的特殊环境：超真空、超净、深冷、电磁场、等离子体、粒子、辐射等是独一无二的全尺度的天然实验室；是人类得以进行地面上无法开展的各种实验研究、从新的侧面认识自然的新天地；也是可以进一步利用开发的新资源。太空飞行器平台上的微重力环境，使得重力对物质造成的浮力、对流、沉淀、静压等的作用减小甚至消失，而表面张力、扩散等作用相对地成为主要因素。这些新的现象和规律为物质的物理、化学、生化等特性的研究开创了崭新的局面，诞生了太空生命科学和微重力材料科学，打破了人们囿于重力条件下认识事物的习惯。人们发现，在微重力条件下，难混的物质可以混合；不需容器装盛就可熔化和固化物质；活细胞的分离，纯

度和效率得以提高；生长的晶体则大而均匀。使在重力下无法加工制造的特种合金、泡沫金属、金属玻璃、珍贵的生化制品和药物的纯化等等成为可能，人们看到了新工业革命的希望。

多少年来，人类对自己诞生和赖以生存的地球，虽然几乎走遍了它的每个角落，但只能局部地、孤立地、小范围地或静止地看到它。航天器和航天员的上天，使我们可以居高临下，清楚地看到它的全貌。终于可以把地球像一颗行星那样加以探测研究，认识其整体的特性和变化了。通过太空对地观测使人们认识到，由于人的活动、社会的发展，对全球环境所造成的影响。特别是近几十年来，世界人口的急剧增长，人类的活动对全球自然环境所造成的污染和破坏，使我们居住的星球正处于脆弱的生态平衡状态。全球环境变化的速度与规模，也许是我们这个时代最令人担忧的事。耕地的沙化、森林面积的剧减、海岸的侵蚀、臭氧层的变薄和南极臭氧洞的出现、全球变暖的趋势，以及气候异常、灾害频发等等，给人类敲响了警钟。如果继续糟蹋它、破坏它，那就会毁灭人类自己。目前，太空手段已成为监测、管理地球资源和环境的必不可少的有效工具。

二、太空科技与国民经济建设

当今世界，越来越多的人认识到太空科技已与国民经济的持续发展和人们的日常生活密不可分，特别是在已经到来的信息时代更是如此。信息科技专家指出：信息是人类生存的要害、重要的资源和智慧的源泉。因此信息乃是制约当今各国经济发展的重要因素之一。而太空工具和方法已经成为大量信息获取和传递的可靠手段和行之有效的途径。这不仅体现在认识自然、探索宇宙奥秘方面，而且也体现在国民经济各部门的方方面面。在地球赤道上空的静止轨道上，只需要 3 颗卫星，它们的探测范围就可覆盖全球几乎所有有人居住的地区，这种方式已经成为常年信息获取和传递的必备手段。

与每个人每天的生产和生活都有关系的天气预报，就是用上了太空飞行器的云图和观测资料，这大概是最直接、最容易理解的突

出例子。利用气象卫星，可在全球范围对大气水分、垂直温度分布、云层的分布和走向等进行测量，收集广布于陆地和水面自动测量平台的气象参数记录，从而大大提高天气预报的质量。特别是对台风的跟踪测量，已经做到十分精确。由于提前警示，早做防备，因而大大减少了生命财产的损失。

除气象卫星外，各类对地观测卫星每时每刻所获取的全球数据，可能和每个人的个人活动不那么直接有关，却是国民经济各部门调查、统计、规划和决策的重要依据。由于太空飞行器可在不同的轨道，以不同的重复周期，选用不同的有效载荷，采取不同的波段、不同的空间分辨率和光谱分辨率，以及构成不同的卫星组合，因而能满足各不相同的需求。因而，与传统手段相比，可以较少的人力，较少的资金，在较短的时间内获取大范围各类数据及其随时间的变化。目前，太空科技已广泛应用于综合考察、土地利用、植被分布、作物估产、地质勘测、矿藏油田、植树护林、海洋资源、滩涂利用、冰川荒漠、渔业水产、水文水情、水库修建、草地草原、生态平衡、城市规划、交通选线、污染监测、地震预报、减灾防灾、温室效应、全球变化等各大领域，在经济的可持续发展中，起着越来越重大的作用。近年来，太空遥感技术（RS）与地理信息系统（GIS）及卫星定位系统（如全球定位系统GPS）相结合的“3S工程”，将使遥感应用进一步向量化、网络化和数字化发展。无论是为宏观的战略决策，还是对偶发的突危事件的处置，都将发挥不可估量的作用。

对于信息社会，全球及时有效的信息传递不可缺少。通信卫星是目前世界各国应用极为广泛、而且业已商业化的人造卫星系统。卫星通信已经成为很多国家全国军用、民用通信网络的一个重要组成部分。传送的信息包括语言、文字、图像、各类数据及信号。普遍用于新闻、文娱、体育、教育、卫生、邮政、金融、市场、会议及军事各领域的远程通信、直播、实时传送、转播、移动电话、数据中继等诸多方面，尤其是利用卫星的远程教育已取得了惊人的实效。对洲际，岛屿，交通不便的山区、边区、灾区，运行中的车辆、

舰船和飞机，包括太空飞行器之间的通信联络更具优越性。当你坐在家中通过电视观看全球节目，接受专业教育，或者用你的手机和你遥远的亲朋好友通话时，你能直接感受到太空科技就在你身边为你服务。

利用卫星进行测绘和导航，比传统的手段和方法更为快捷和便宜，而且精度大大提高。全球三维测量网的完善，多普勒方法、长基线干涉方法及激光技术的进展，加上计算机技术的综合应用，使世界地图的定时更新、对地壳板块微小相对运动的监测成为可能。不仅对静止或缓慢移动的对象进行监测，而且可对快速运动中的机动车辆和飞行器进行全天候的、实时的和高精度的三维定位。这样的系统已经在城镇机动车辆防盗追踪，出租车合理调配等领域得以推广应用。

为了满足某种特殊的需求，科学家还专门设计研制了特殊的卫星或卫星系统，如直播卫星、植被卫星、“海事卫星”系统，“GPS”、“GLONASS”、“伽利略”卫星定位系统及“全球星”等各种通信卫星等。

三、太空科技与军事应用

卫星、飞船的发展神速，一方面得益于冷战时期导弹武器的竞争，另一方面，其本身的军事应用价值，也是主要因素之一。苏、美一开始就试验发射了用于军事侦察和导弹预警的卫星。1960年8月美国试验成功的回收舱，就是用于照相侦察的卫星，它用高分辨率的相机和底片，拍摄敌方的军事设施和军事行动。预警卫星则利用红外线敏感仪器在轨道上监测敌方发射的导弹尾焰，并跟踪其飞行弹道，从而提供预警信号。对于洲际导弹，可提供约半小时的预警时间。1963年10月16日，美国还发射成功了核爆炸侦察卫星“维拉1号和2号。在约10多万千米的高远轨道上，利用核爆发出的软X光和丁射线等辐射，监测全球的原子弹和氢弹爆炸。测量其爆点、爆高及爆炸当量（核爆炸的强度用相当的TNT常规炸药的爆炸力衡量，称为爆炸当量）等参数。特别是全球卫星导航定位系统，

它能使常规的地 - 地导弹、潜 - 地导弹和巡航导弹大大提高击中目标的精度。事实上，气象卫星、资源卫星、测绘卫星、通信卫星、数据中继卫星、导航定位卫星等各类卫星，军、民均可应用。而且军民结合、同步发展是理所当然的两种途径。从太空时代一开始，军事目的始终是太空计划的重点，太空早已成为敏锐反映冷战关系的新场合，太空手段是超级大国军备竞赛的重要组成部分。在中东战争时，太空飞行器成为被用于观测评价新武器实战效果的最佳手段。而 1991 年海湾战争和 1999 年春北约军事集团对南斯拉夫的空袭中，太空飞行器的大量投入，使其成为战术军事行动的重要角色。在军事信息的获取、传送以及目标的精确定位、武器的导向等方面，太空飞行器正发挥着不可替代的作用。

未来“天基综合信息网”的设想、规划，把信息的获取、存储、交换、传送、处理、分析、鉴别、决策、反馈等各个环节，连接起来形成网络，进一步组成陆、海、空、天一体化的综合系统，将成为未来立体战争的中心环节。

除此之外，正因为太空飞行器在军事战略和战术中的重要地位，其本身的攻击与防卫也一直是太空规划中的重点之一。其中包括攻击型的太空武器，反卫星战术技术，从地面和空中发射的攻击轨道目标的武器，光和粒子的高能射束武器，太空对地攻击手段，太空通信的干扰和反干扰，以及俘获和破坏敌方在轨飞行器的系统及太空基地等等。掌握“制天权”将成为未来立体战争中决定胜负的决定要素之一。另一方面，任何先进的系统都难免有其薄弱的一面。系统越是精巧复杂，越容易遭受干扰和破坏。作为武器系统，设计者在设计攻击武器时，也同时考虑到本身薄弱环节的防卫措施以及干扰破坏敌方同类武器的最佳选择，反之亦然。

四、太空科技与科学、社会的发展

“科学”一词来源于拉丁文 按拉丁文字根的原意是“求知”。如果说自然界里种种无法回答的问题和引人深思的奇异现象是求知的动力，那么科学就是寻求这类问题答案的惟一钥匙。太空科学在它

诞生之前，就有一大堆的问题期望着通过它能一一做答。人类盼望这一天的到来，已经历时几千年。对宇宙的遐想和不断探索而产生的大量新问题，在地面上即使采用最先进的手段也难以得到满意的解答。因此，作为一门新兴的前沿科学，太空科学所固有的这一开拓创新的特点，就决定了它在科学和社会发展中的特殊地位。伴随着其自身的发展，对长期积累的许多问题给出了令人振奋的回答，使人类对整个宇宙包括对地球本身的认识，有了新的提高，出现了新的飞跃。但更为重要的是，所产生和引发出大量新的问题和自然之谜，吸引着人们去进一步探索。过去，从太阳能量产生的机理得到启发，制造成功了氢弹，如果通过对这些新现象、规律的了解，进而掌握和运用这些规律，将是今后科学和社会发展的新的巨大动力。

太空科技在国民经济各个领域的广泛应用和卓有成效的结果，无疑是推动社会进步的强大动力。航天产业已经成为或正在成为各主要国家的支柱产业之一。人类的太空活动从幻想开始，经历了漫长而曲折的道路，如今已经成为社会政治、军事、经济、文化和普通人日常生活中不可缺少的一部分，但太空的活动并不是孤立的，它与人类社会的方方面面都有紧密的关系，它的诞生和发展离不开全社会的进步和支持，它的发展规模和速度更受到社会政治、军事、经济，甚至自然条件、领导人的决策决心等诸多因素的影响和制约，它和人类的文明、社会的进步相辅相成地共同不断地向前推进。

第三节 太空时代的来临

一、远古悠悠飞天梦

天和地是人类最早认识的自然对象。特别是天空，昼夜的周而复始变化；太阳月亮的东升西落；满天的星斗，迷漫的银河；不时划破天穹的流星等等，在远古人类的印象中，神秘而深不可测。随着人类本身的不断进化发展，思维的不断深化，对天的认识也不断

提高。神秘莫测之余，也逐渐形成许多遐想。人类所固有的无限求知和开拓精神，驱使着对天的不断探索认知，甚至向往。据传 2 600 年前吴越春秋时的美女西施就想要玩月亮，吴王也只能在苏州灵岩山修个玩月池，以水中玩月来满足她的要求。在欧洲，古希腊也有飞向月亮的神话记载。我国古代嫦娥奔月，唐明皇游月宫，牛郎织女鹊桥相会等传说，更是家喻户晓、妇孺皆知。这些动人的神话和传说既十分引人入胜，又进一步启发和促进了人类对天空奥秘的探索认知。这不能不说是人类太空活动的最早萌芽。据最新的报道，在爱尔兰最古老的新石器时代遗址的出土文物中，发现了刻在一块石头上的月亮图。这块岩石是从一座史前陵墓中发掘出来的，墓穴位于爱尔兰米斯郡的诺斯地方，估计已有约 5 000 年历史。这是迄今为止发现的最古老的月亮图，显示了满月表面的特征。

二、原始火箭的出现

火药是我国古代四大发明之一，火药的诞生，为原始火箭的出现创造了必要而充分的条件。据我国社会科学院专家的研究考证，世界上最早的原始火箭是在我国出现的，那就是公元 1161 年出现的“霹雳炮”。公元 1232 年，即南宋末年，在元兵攻打汴京（即河南开封）时，守城军队曾使用了由黑火药制造的原始火箭武器。在此期间，印度和阿拉伯国家也曾使用过类似的火箭。欧洲首次出现类似的原始火箭是在 1241 年，晚于中国约 80 年。一直到现在还存在的鞭炮，实质上就是古代原始火箭的衍生。之所以把“霹雳炮”等与现代火箭挂钩并称之为原始火箭，是因为：

(1) 黑火药的主要成分是碳、硫磺和硝酸钾。碳和硫磺是燃烧剂，硝酸钾则是氧化剂，起助燃作用，因此它的燃烧并不需要从空气中吸取氧气。现代的固体火箭所用的燃料与此类同，也是由燃烧剂和助燃剂合成，不需要依赖空气中的氧气来助燃。只是现代固体火箭燃料的效率高得多。因而可以把“霹雳炮”称为固体火箭的雏形。

(2) 火箭的飞行与飞机不同，并不需要依靠空气等介质的浮力和反推力。无论是固体火箭或液体火箭，都是靠自身燃烧形成的高

速喷流的反作用力推动前进的，这和原始火箭的飞行原理相同。

(3) 很有意思的是，近代广泛应用的多级火箭，捆绑火箭和稳定翼等技术，不能不说是原始火箭技术的衍生。因为，这些技术在古代原始火箭的设计制造中就已采用。

13世纪~19世纪期间，原始火箭有过很多发展，也曾一度在战争中起过作用，并且还曾用于救生和捕鲸，以及喜庆、娱乐等。尤其在我国，曾经出现了很多新的品种，如“神火飞鸦”，“飞空砂筒”；“火龙出水”；“万人敌”等。特别是相传在14世纪末，有个官职为“万户”的中国人，曾试图利用原始型火箭的推力和风筝的升力飞起来。虽然试验失败，但这毕竟是世界上利用火箭原理勇敢地试图飞起来的第一人。为纪念这位伟大开拓者的这一创举，月球上的一座环形山就命名为“万户”（“万户”是官职，国外把官职误认为姓名）。18世纪末印度军队使用原始火箭较多，这也促进了英国以及其他欧洲国家对原始型火箭的应用。

三、近代火箭的发展

19世纪末期德国发明家海尔曼·甘斯温特第一次把火箭发动机和太空飞行联系起来。而同时代的俄罗斯中学教师齐奥尔科夫斯基首先认识到了排气速度是火箭发动机的关键以及黑火药提高排气速度的局限性，懂得了用液体燃料将会更加有效。他经理论计算证明，采用多级火箭技术，接力加速，可以摆脱地球引力的束缚飞向太空。1903年，他甚至设计出了宇宙飞船的模型，并指出人类不会永远停留在地球上。为20世纪太空时代的到来，吹响了鼓舞人心的号角。

美国的哥达德于1919年发表了“到达极大高度之途径”的论文，提出了用火箭达到第一宇宙速度的方法，并亲自致力于液体火箭的研制。1926年3月16日，他研制的液体火箭虽然只飞达12米高，56米远，但这是人类第一次液体火箭的发射。

1923年，德国的奥伯特出版了《飞向行星际空间的火箭》一书，不仅论述了火箭飞行的数学原理，还提出了火箭结构系统等工程设想。

1927年~1933年间，德、奥、苏、美、英等国都成立了火箭和宇宙航行协会。如1927年德国率先成立“太空旅行协会”，由奥伯特出任会长。但多数都得不到政府和公众的重视和支持。只有德国和前苏联的青年火箭爱好者得到了政府的一些支持。1931年德国研制出了45ks推力的液体燃料火箭。当时德国的青年专家韦恩赫尔·冯·布劳恩在A-1火箭试验失败的基础上，经改进研制成的A-2火箭，在1932年12月的试发中，达到了3公里的高度。这一成功无疑增加了德国军方对发展火箭技术的兴趣。1935年开始了研制A-3火箭的计划，火箭重达750kg，设计推力14700N。

1936年，德国创建“火箭研制中心”在A系列火箭技术的基础上，进一步开发研制V系列导弹。1942年10月3日，德国发射成功首发V-2导弹，射程达到180公里。这是世界上第一枚可实际应用的近代火箭，也是第一枚弹道导弹，这在火箭学上是划时代的成就。第二次世界大战末期，德国曾用V-2导弹从本土直接攻击了英国伦敦和比利时的安特卫普。1945年，美国自制的“娘子军班长”火箭发射到了70公里高度。

1945年德国战败后，由德国导弹专家韦恩赫尔·冯·布劳恩领导的、设在波罗的海的佩纳明德秘密基地中的约有120名科学家和工程师跟随布劳恩去了美国，另有200多人去了前苏联。1946年起，美、苏相继利用从战败的德国俘获的V-2火箭、专家和技术资料，充实发展各自的导弹武器。冯·布劳恩也成了美国发展导弹武器的技术带头人。由于导弹武器的发展已经成为战后军备竞赛的重要组成部分，投入的人力、物力已非昔日可比，因而大大加速了近代火箭的发展。与此同时，也利用这一手段，进行了首批高空探测研究。这样既可试验火箭技术，又可获取前所未有的探空资料，实属一举两得的美事。

四、首批火箭探空

1946年，美国利用从德国缴获的V-2火箭进行了100公里以上地球高层大气参数的测量。1949年，前苏联用P-2A火箭进行了高

层大气测量，达到了 212 公里的高度。1949 年 2 月，美国发射的两级火箭，以 V-2 为第一级，“娘子军班长”为第二级，达到了创纪录的 393 公里高度。自此，探空火箭的发射，获得了大量地球高层大气温度、压力、成分以及高空风场的资料。尤其是首次利用火箭，在大气层外对太阳短波辐射进行了有史以来的直接探测。根据长期对太阳大气的观测研究，天文学家早就预言，太阳大气，特别是在其活动剧烈的情况下会发射远紫外光和 X 光波段的短波辐射。地球物理学家认为，这些辐射与地球高层大气相作用，使大气分子、原子分解和电离，形成电离层。但是由于地球大气对太阳短波辐射的强烈吸收，在地面上观测不到。探空火箭的发展为证实这一预言创造了条件。20 世纪 40 年代末获得的第一幅太阳日冕的 X 射线图像，是利用依据小孔成像原理的简单方法，在飞出大气层外的探空火箭上实现的。图像的获得证实了科学家的预言是正确的。

在此期间还对核物理实验室使用的、灵敏度很高的盖革计数管和电离室进行改造，在其管壁加上远紫外光和 X 光能够穿透的薄膜入射窗口，成为光子计数管和光电离室。光量子效率很高，光计数管可做到 1 个光子 1 次计数。选用不同材质和不同厚度的窗口材料，探测波段可从硬 X 光延伸到波长为几埃、几十埃（1 埃（ \AA ）= 10^{-8}cm ）的软 X 光和超软 X 光。将探测装置安装在探空火箭上，对太阳大气进行探测。起先，火箭上没有对太阳的定向设备，依靠火箭的自转和探测器较大的视场获取对向太阳的机会。随着火箭三轴稳定系统和箭载定向平台等技术的发展，光谱仪、成像仪等精密仪器也逐渐成为探空火箭的重要有效载荷。

对地球附近微流星体的探测也是首批火箭探空的主要对象之一。微流星体是体积和质量很小的天体，绝大多数为彗星和小行星等天体的碎片，其数目随体积和质量的减少而增加很快。虽然绝大多数都很微小，但它们毕竟是绕太阳运动天体，因此运动速度很大，与地球的相对速度可达 $11 \sim 72\text{km/s}$ 。这样的高速进入地球大气的小天体就会烧毁，形成所谓的流星、微流星现象。烧不掉的大流星体撞到地面即为陨石。因此微流星体到不了地面，只能在离地面 90 公里以上才探

测得到。探测它对研究太阳系起源和演化很有意义。由于它的高速，与飞行器遭遇会造成很大危害。但遭遇概率多大，心中无数，因而这是太空活动初期最令人不放心的太空环境之一。微流星体探测成为第一批太空探测的首选项目之一，也是当时进一步开展太空活动，设计太空飞行器，特别是载人飞船所必须考虑的因素。

五、国际地球物理年 (IGY)

在 1950 年 6 月举行的“国际无线电科学联盟”会议上，地球物理学家提议，从 1957 年 7 月 1 日到 1958 年 12 月 31 日的 18 个月内举行第三届“国际极年”活动，在此期间世界各国进行对地球的联合观测。这个建议得到了“国际科学联合会”（ICSU，简称国际科联）的支持，并将第三届“国际极年”改名为“国际地球物理年”，并大大增加了观测研究内容。全世界共有 67 个国家参加了这一全球性的科学活动，内容涉及到了地球物理科学的方方面面，共 13 个大项目。其中之一是火箭和人造卫星探测。我国一开始就积极参加这一活动，中国科学院设立了以竺可桢副院长为主任委员的专门委员会。我国的天津纬度站、北京宇宙线台和上海的佘山地震台都参与了国际上的联合观测。整个活动取得了很大成功，成为全球性联合科学活动的典范。它也推动了我国地球物理各分支学科的建立和发展。特别是促进了我国太空探测的起步。

由于国际地球物理年活动的开展很有成效，ICSU 为了在地球物理年之后能把这一成功的合作继续下去，于 1958 年 10 月成立了国际太空科学组织——“太空研究委员会”（COSPAR）。ICSU 指出，COSPAR 的主要目标是为全世界的科学界提供利用卫星和太空探测器进行科学研究的可能的办法，并在合作的基础上进行探测成果的交流。COSPAR 是一个多学科交叉的科学组织，关注利用太空飞行器、火箭和高空科学气球进行科学研究的全球发展。COSPAR 早期每年举行一次学术年会，1980 年以后改为每两年举行一次。每次全会约有 1 000 ~ 1 700 位各国代表参加，定期交流太空科学的最新成果，评价各分领域科学研究的进展。至今共有 60 个成员国。12 个国际科学组

织都派代表参加每一次年会。

六、太空实力的竞争

太空活动一开始就带有浓厚的冷战色彩。第二次世界大战后，世界上形成了以美、苏为首的两大阵营。虽然没有发生第三次世界大战，但地区冲突、局部战争此起彼伏。除武力外，太空活动能力的高低也是显示国家实力的方式之一，控制太空也有助于达到控制世界的目的。当然，有控制就有反控制的斗争。

1955年，美国宣布将在国际地球物理年期间发射人造地球卫星。前苏联原先也有发射地球人造卫星的计划，但在1956年末获悉美国在当年9月曾进行运载火箭的试验，并可能在几个月内把卫星送上轨道。前苏联由此立即调整计划，改为抢先发射加以简化的卫星。为了争取时间，他们将SS-6洲际导弹进行改装，加上助推器捆绑而成“卫星号”运载火箭。火箭全长29.2米，起飞重量267吨。前苏联科学院在卫星上搭载了部分探测仪器。未经宣布，于1957年10月4日，在拜克努尔发射场把人类第一颗人造地球卫星“斯普特尼克1号”成功地送上绕地轨道，卫星重83千克。这颗卫星终于开创了人类的太空时代，全球为之震动和欢呼。前苏联的一鸣惊人使美国十分被动，国内国外舆论哗然。紧接着，1957年11月3日，前苏联又成功地发射了第二颗人造卫星，并把小狗“莱伊卡”送上了太空。美国三军在匆忙调兵遣将之后，于1958年1月31日，把第一颗美国人造卫星“探险者1号”送入了太空，卫星重8千克。在这第一回合的较量中，显然前苏联占了上风。但值得美国安慰的是，它首先证实了地球辐射带的存在。虽然前苏联卫星上的粒子辐射计数器先于美国记录到了很强的辐射通量而导致饱和，但前苏联方面以为是探测器故障而未予深入分析。美国耶阿华大学的太空物理学家范·艾伦教授首先肯定了这一点，因此，地球辐射带也被命名为范·艾伦辐射带。地球辐射带是地球的偶极磁场所捕获的带电粒子，绕着磁力线南北来回运动。它的存在地球物理学家也早有预言。这次发现的实际上是离地球较近的内辐射带。

1958年10月1日，美国国会决定把分散在三军的军用太空研究机构与已有的国家航空咨询委员会合在一起，成立“国家航空与宇宙航行局（NASA）”。NASA的职责是，指导和管理美国的航空和航天活动。同年12月6日，美国为了争取主动，首先发射了月球探测飞行器“先驱者3号”，虽然探月失败，却意外地发现了离地球较远的外辐射带。前苏联则在1959年接连发射成功了3个月球飞行器：“月球1号”飞掠月球，“月球2号”击中月球，“月球3号”则拍回了地球上始终见不到的月球背面的照片。这一连串举世瞩目的成就，不仅仅具有科学意义，更反映了冷战时期导弹武器竞赛的格局。显然，反映在太空活动领域的第二回合较量，美国仍然处于下风。但NASA的成立，给美国的航天活动注入了新的活力，走上了有组织的健全发展的道路。1960年内连续4次成功发射了4种不同类型的太空飞行器。它们是：3月11日发射的“先驱者5号”飞行器，成为太阳系的第一颗人造行星，首次得到远至3.6万公里的行星际磁场和太阳风的资料；4月1日发射的第一颗气象卫星，两个半月内传回了22952幅云层照片；8月10日首次试验从太空回收了重136千克的再入舱；首次发射被动通信卫星“回声1号”，实现了美、英之间横跨大西洋的卫星反射通信。使美国摆脱了失败的阴云，信心为之大振。

1961年4月12日，前苏联突然宣布，宇航员尤里·加加林乘坐“东方1号”宇宙飞船，绕地球飞行一周，顺利地回到地面，成为人类有史以来第一位飞出大气层的太空人。加加林在飞行时曾说过一句话“现在全世界都还不知道”。当全世界听到这一消息时，确实全球为之震动。全世界不是想不到这一点，人类翘首以待这一天已经经过了千百年，但是谁也没有想到来得竟如此之快！离第一颗人造卫星飞天仅3年半多一点。从冷战的角度看，这确实是又一回合的较量。美国也不甘落后，立即于1961年5月5日，也进行了载人飞行，但只是15分钟的亚轨道飞行。1961年6月29日则首次试验成功了一枚火箭发射3个卫星的技术。而1961年8月6日，前苏联宇航员季托夫乘坐“东方2号”宇宙飞船绕地飞行了17圈。在这一轮